

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-007907

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

H02K 37/04

(21)Application number : 05-146537

(71)Applicant : NIPPON RIKEN KK
KAWAI TERUO

(22)Date of filing : 17.06.1993

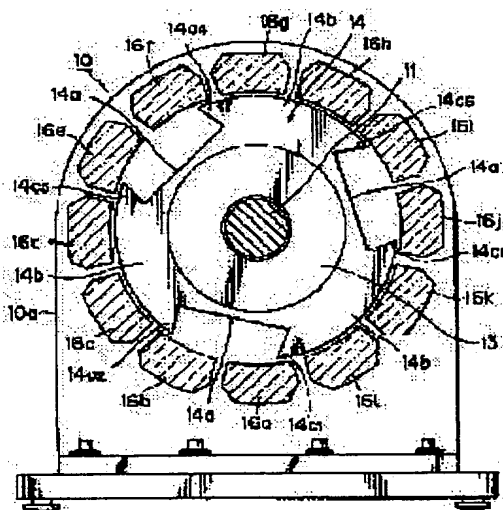
(72)Inventor : KAWAI TERUO

(54) POWER GENERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the generation of force disturbing the direction of motion of a rotor and a needle by providing magnetic circuits separately in a plurality of electromagnets as stators and exciting the electromagnets only in polarity opposite to the magnetic pole of an opposed permanent magnet.

CONSTITUTION: A permanent magnet 13 rotated together with a rotary output shaft (LA) 11 and magnetized in the axial direction is arranged. A magnetic substance 14, which alternately has notched sections 14a and magnetic tooth sections 14b and through which the magnetic flux of the permanent magnet 13 passes, is disposed between LA11 and the permanent magnet 13. Electromagnets 16a-16i are fixed and mounted at regular intervals in the circumferential direction of the magnetic substance 14, and the magnetic circuits of the electromagnets are made independent mutually. Electricity is supplied through a coil 163 so that a leg section 162 at one end section in the axial direction of the core 16i is brought to polarity opposite to the magnetic pole of the magnetic substance 14. An excitation changeover means converges magnetic flux passing through the magnetic substance 14 in the fixed direction and successively excites the electromagnets 16a-16i in polarity opposite to the polarity of the magnetic pole of the permanent magnets 13 so that LA11 is given revolving torque.



of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-7907

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 K 37/04

識別記号

庁内整理番号

5 0 1 V 9180-5H

B 9180-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-146537

(22) 出願日 平成5年(1993)6月17日

(71) 出願人 592012546

日本理研株式会社

東京都大田区西蒲田7丁目4番3号 カ
サ蒲田704

(71) 出願人 000124384

河合 輝男

東京都大田区西蒲田七丁目4番3-905号

(72) 発明者 河合 輝男

東京都大田区西蒲田七丁目4番3-905号

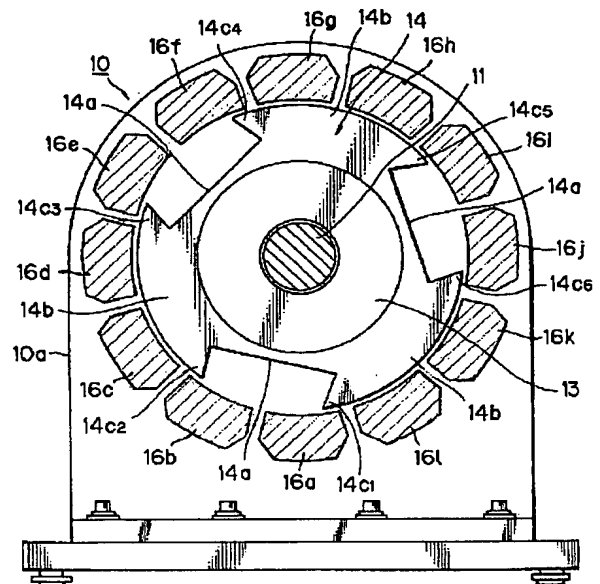
(74) 代理人 弁理士 湯浅 恭三 (外6名)

(54) 【発明の名称】 動力発生装置

(57) 【要約】

【目的】 回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じないように電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる動力発生装置を提供すること。

【構成】 回転出力軸の回りに配置され、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、該永久磁石の磁界中に同軸に配置されて回転出力軸と共に回転する磁性体と、該磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおいて固定装備され、且つ磁気回路が互いに独立した、複数の電磁石とを具備し、励磁切換手段により前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極と逆極性に順次励磁する。これにより、回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じない。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、
支持部材に回転自在に装備された回転出力軸の軸方向両端に配置されて、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、
前記回転出力軸の軸方向両端に前記永久磁石と同軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、該永久磁石の磁束が通る磁性体と、
前記支持部材に、前記回転出力軸と平行となるように前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように固定装備された複数の電磁石と、
前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、
かつ前記電磁石の鉄心の軸方向両端部に前記磁性体の外周面側に延びる脚部をそれぞれ連設し、該脚部の部分にコイルをそれぞれ巻回して、前記電磁石を構成してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項 2】 特許請求の範囲第 1 項に記載の動力発生装置にして、
前記回転出力軸の軸方向中間部に前記磁性体を取り付け、
前記回転出力軸の軸方向一端部にある第 1 の磁性体と前記軸方向中間部にある第 3 の磁性体との間及び前記回転出力軸の軸方向他端部にある第 2 の磁性体と前記第 3 の磁性体との間に、軸方向着磁された永久磁石をそれぞれ配置し、
前記一方の永久磁石の前記第 3 の磁性体側の磁極の極性と、前記他方の永久磁石の前記第 3 の磁性体側の磁極の極性とが同極性になるようにし、
前記電磁石の鉄心の軸方向中間部に、前記第 3 の磁性体 14 の外周面側に延びる脚部を連設してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項 3】 特許請求の範囲第 1 項又は第 2 項に記載の動力発生装置にして、
前記回転出力軸の軸方向両端部に配置された前記磁性体の中央部分にそれぞれ空間部を形成し、
前記各永久磁石を、円環状に形成し、その外周側を一方の極性に内周側を他方の極性に着磁し、該永久磁石を前記磁性体の空間部内に嵌挿してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項 4】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、
支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で、外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成され

た、永久磁石と、
中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、
前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、
前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項 5】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、
支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で、外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された、永久磁石と、
中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、
前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、
前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、
前記磁性体の外周部に、前記電磁石との間の隙間が回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように切欠部を複数設け、
前記励磁切換手段を、前記各切欠部と対向する前記電磁石のうち、狭い側の隙間と対向する電磁石と広い側の隙間と対向する電磁石との間に位置する中間幅の隙間と対向する電磁石を、前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁するように構成してなることを特徴とする動力発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、固定子として電磁石を使用し、回転子或いは可動子として永久磁石と軟鋼等の磁性体とを組み合わせて使用した動力変換装置に係り、詳しくは永久磁石が本来的に保有しているエネルギーとしての磁力を最大限活用してこの磁気エネルギーを作業エネルギーに転換させる動力発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 これまで、固定子として電磁石を使用し、回転子として軟鋼等の磁性体と永久磁石との組合体を使用した動力発生装置として、例えば HB（ハイブリ

ッド)型ステッピング・モータが知られている。

【0003】例えば、図18乃至図23は従来のHB型ステッピング・モータの概略を示している。このHB型モータは、図18及び図19に示すように、回転子52の部分に特徴があり、回転子52の一方の構成要素である成層鋼板53に形成した歯によりステップ角を小さくできるというVR(バリアブル・リラクタンس)型ステッピング・モータのもつ長所と、回転子52の他方の構成要素である永久磁石54のために効率が高く小型化に有利であるというPM(パーマネント・マグネット)型ステッピング・モータのもつ長所とを合わせもつものである。なお、固定子50の鉄心の部分はVR型モータのものと同一であるが、コイルの巻き方と結線の仕方が異なっている。

【0004】図20は永久磁石54の作り出す磁束の通り路(磁路)を示しており、ロータ軸55の軸方向端部にN極かS極の一方が均一に現れるユニポーラ形の分布をとっている。これに対し、図21は固定子50の電磁石51が作り出す磁路を示しており、ロータ軸55に垂直な平面にNSNS……という具合に偶数個の磁極が現れるヘテロポーラ形の分布をとっている。このユニポーラ形の永久磁石磁束(永久磁石の磁界)とヘテロポーラ形の巻線磁束(電磁石の磁界)とが作用し合ってトルクを発生するようになっている。ここで、“永久磁石磁束と巻線磁束とが作用し合って”とは、永久磁石54と電磁石51との間のギャップにおいて磁力線の傾斜を生み出すことを意味する。

【0005】このHB型モータのトルク発生のメカニズムをリニア・モータ形式に展開したモデルを示す図22及び図23を参照して説明する。図22は永久磁石54のS側の断面を示し、図23はN側の断面を示している。これら図のなかで実線は電磁石51による磁束を示し、破線は永久磁石54による磁束を示している。

【0006】電磁石51による磁界についてみると(図22の実線を参照)、永久磁石54のS側の断面において、中央のギャップでは磁力線が右下がりであるのに対し、同図の右端側のギャップでは磁力線が右上がりであり、両者は打ち消す合う関係にある。また、永久磁石54のN側の断面においても同様である。

【0007】ところが、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが作用し合うとトルクが発生する。すなわち、永久磁石54のS側断面における中央のギャップ(電磁石51のN側)では、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが同じ方向で強め合って図22の左方向の推力が回転子52に現れるが、右側のギャップ(電磁石51のS側)では、両磁界が反対方向で弱め合って同図の右方向の推力が現れる。しかし、この力は小さく、全体としては図22の左向きの推力が現れる。

【0008】また、永久磁石54のN側断面における中

央のギャップ(電磁石51のN側)では、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが反対方向で弱め合って図23の右方向の推力が回転子52に現れるが、この力は小さい。しかし、図23の右側のギャップ(電磁石51のS側)では、両磁界が同じ方向で強め合って図23の左方向の推力は大きく、全体としては図23の左向きの推力が現れる。

【0009】したがって、これらの推力により回転子52は図22、図23の左方向の1/4歯ピッチ進行することになる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来のHB型モータでは、前述したようにトルク方向と反対の方向の力(回転子52の回転を妨げる力)が存在する問題がある。これを電磁石51の巻線に印加する電気エネルギーの観点からみると、図22の右端の電磁石の巻線や、図23の中央の電磁石の巻線に印加される電流は、回転子52の運動を妨げようとする永久磁石54の磁界を打ち消すのに消費され、回転子52の運動には何ら寄与せず、エネルギー効率が低い。また、永久磁石54の磁気エネルギーの観点からみると、電磁石51の作る磁界とともに回転子52の運動に利用されるが、その一部は回転子52の運動を妨げてしまい、永久磁石54の磁気エネルギーの有効利用が図られていない。

【0011】上記HB型モータの問題は固定子として電磁石を使用し、回転子として磁性体と永久磁石とを使用した動力発生装置全般にいえることである。

【0012】したがって、本発明は、回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じないように電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる動力発生装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決しようとするための手段】上記目的を達成するための第1の発明では、磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸の軸方向両端に配置されて、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、前記回転出力軸の軸方向両端に前記永久磁石と同軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、該永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記支持部材に、前記回転出力軸と平行となるように前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように固定装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、かつ前記電磁石の鉄心の軸方向両端部に前記磁性体の外周面側に延びる脚部をそれぞれ連設し、該脚部の部分にコイルをそれぞれ巻

回して、前記電磁石を構成てなることを特徴としている。

【0014】また、第2の発明では、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された永久磁石と、中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備してなることを特徴としている。

【0015】また、第3の発明では、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された永久磁石と、中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、前記磁性体の外周部に、前記電磁石との間の隙間が回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように切欠部を複数設け、前記励磁切換手段を、前記各切欠部と対向する前記電磁石のうち、狭い側の隙間と対向する電磁石と広い側の隙間と対向する電磁石との間に位置する中間幅の隙間と対向する電磁石を、前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁するように構成してなることを特徴としている。

【0016】

【作用】上記発明によれば、回転出力軸の回転方向に前方に位置する電磁石を励磁すると、励磁された電磁石によって生じる磁界と永久磁石によって生じる磁界とが作用し合い、磁性体を通る磁束が電磁石側に収束され、これにより回転出力軸を該電磁石側の方向に所定角度回転させる。回転出力軸が所定角度回転したら前記電磁石の励磁を中断する一方、新たに回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を励磁する。このようにして電磁石を順次励磁することにより、回転出力軸を所定方向に回転することができるが、このとき、電磁石を、永久磁石の磁極の極性と逆極性となるように励磁しており、そして励磁中の電磁石の磁気回路が、隣接する他の電磁石の

磁気回路と独立し、励磁中の電磁石から発生した磁束が、隣接する他の電磁石の磁気回路を通して永久磁石の磁極の極性と同極にするようなことがないため、回転出力軸の回転を妨げる方向の力は生じない。

【0017】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0018】第1実施例によれば、第1図及び第2図に示すように、支持部材10の前後側板10a間には、回転出力軸11が軸受11aを介して回転自在に装備されている。この回転出力軸11の軸方向両端側であって、前後側板10aの内側位置には、該回転出力軸11と共に回転する、軸方向着磁されたリング状の永久磁石13がそれぞれ遊嵌状態で配置されている。また、回転出力軸11の側板10aと永久磁石13との間の位置には、外周部に切欠部14aと磁歯部14bとを交互に有した、永久磁石13の磁束が通る磁性体14がそれぞれ固定状態で配置されている。図1では、例えば、切欠部14aを3個、磁歯部14bを3個形成した場合を示している。永久磁石13と磁性体14は回転出力軸11に対して同軸であり、両者はボルト等の締結手段15により一体化し、回転出力軸11とともに回転する回転子12をなしている。

【0019】ここで、支持部材10及び回転出力軸11は、共に非磁性体である。支持部材10は例えばステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、合成樹脂等で形成され、また回転出力軸11は例えばステンレス鋼等で形成されている。したがって、回転出力軸11の軸方向一端側の永久磁石13と磁性体14とからなる磁気回路と、軸方向他端側の永久磁石13と磁性体14とからなる磁気回路とは、互いに独立している。また、磁性体14は、例えば各種鉄材、ケイ素鋼板、パーマロイ等の透磁率の高い磁性体材料により形成されている。

【0020】前後側板10a間には、固定子となる複数の個の電磁石16a乃至16lが、磁性体14を囲むように該磁性体14の周方向に沿って略等間隔に固定状態で装備されている。図1では、例えば12個配置した場合を示している。これら電磁石16a乃至16lは、その磁気回路が互いに独立していて、励磁された電磁石の磁束が隣接する電磁石の鉄心を通らないようにしてある。

【0021】各電磁石16a乃至16lの鉄心161は、図2に示すように、回転出力軸11、永久磁石13、磁性体14の軸線方向に延び且つ回転出力軸11等に対して平行に装備されている。そして、各鉄心161の軸方向両端部分（磁極の部分）には、磁性体14の外周面側に延びかつ該外周面と僅かな隙間を置いて対向する脚部162がそれぞれ連設され、該脚部162にコイル163がそれぞれ巻回されている。図2では、鉄心161の軸方向一端部の脚部162（図2の左側）が対向する磁性体14の磁極（N極）と反対極のS極になるよ

うに、また他端部の脚部 162 (図 2 の右側) が対向する磁性体 14 の磁極 (S 極) と反対極の N 極になるようにそれぞれのコイル 163 に通電するようにしてある。

【0022】電磁石 16a 乃至 16l のうち、その一部は、磁性体 14 の切欠部 14a と磁歯部 14b との境界部分 14c₁ 乃至 14c₆ に対応する箇所位置している。図 1 では、例えば、境界部分 14c₁ に電磁石 16a が、境界部分 14c₂ に電磁石 16b が、境界部分 14c₃ に電磁石 16e が、境界部分 14c₄ に電磁石 16f が、境界部分 14c₅ に電磁石 16i が、境界部分 14c₆ に電磁石 16j がそれぞれ位置している場合を示している。

【0023】電磁石を励磁していないときの永久磁石 13 の作り出す磁束の通路と、電磁石を励磁したときの、永久磁石 13 の作り出す磁束の通路と電磁石の巻線が作り出す磁束の通路は、ともにその軸方向端部に N 極か S 極のいずれか一方の極が均一に現れるユニポーラ形の分布をとっている。電磁石の励磁時に永久磁石 13 の磁界と電磁石の磁界とが作用し合って回転トルクを発生する。

【0024】電磁石 16a 乃至 16l を順次励磁する励磁切換手段 17 は、基本的には電磁石 16a 乃至 16l の各巻線にそれぞれ直流を供給する通常の励磁回路から構成されているが、本実施例では電磁石 16a 乃至 16l への給電を切り換える切換部分は複数の光センサ 18 と該光センサ 18 をオン・オフする遮光板 19 とから構成されている。

【0025】光センサ 18 は、発光素子と受光素子とを遮光板 19 が通過し得る間隔において対向配置してなるもので、電磁石 16a 乃至 16l に対応する位置関係で前後側板 10a の一方の外面に円周方向に沿って等間隔に配置されている (図 2 及び図 3 では、例えば、後板外面に配置した場合を示している。)。また、遮光板 19 は、光センサ 18 が配置された後板 10a から突出する回転出力軸 11 の端部に固定されている。

【0026】本実施例では、遮光板 19 によって光センサ 18 が遮光されている間、該光センサ 18 に対応する電磁石に通電するようにしてある。

【0027】次に上記第 1 実施例の作用を図 4 乃至図 1 を参照して説明する。

【0028】励磁切換手段 17 により電磁石 16a 乃至 16l に何ら通電しない場合には、図 4 に示すように、磁歯部 14b と僅かなギャップにおいて対向する電磁石 16c、d、g、h、k、l の各脚部は、永久磁石 13 の磁界中にある単なる磁性体となり (図 4 の薄墨部分参照)、磁歯部 14b 部分を吸引し、回転子 12 は停止状態にある。

【0029】次いで、励磁切換手段により図 5 に示すように切欠部 14a と磁歯部 14b との境界部分 14c₁、14c₃ 及び 14c₅ に位置する電磁石 16a、e、i を同時に励磁すると、永久磁石 13 の磁界と電磁石 16a、

e、i の磁界とが作用し合い、磁性体 14 を通る磁束 14d が該電磁石 16a、e、i 側に瞬時に収束される。これにより、回転子 12 は、電磁石 16a、e、i 側に吸引され、磁束 14d の幅を広げようとする方向、すなわち図 5 の時計方向への回転トルクを受ける。

【0030】図 6 乃至図 10 は、回転子 12 の回転に伴う磁束 14d の幅の変化を示しており、磁束 14d の幅が最大となる時点、すなわち磁歯部 14b がのみが電磁石 16a、e、i と対向する一方、切欠部 14a が電磁石 16a、e、i から完全に外れたときに、磁束 14d の幅が最大となって、永久磁石 13 と電磁石 16a、e、i との間に働く吸引力が最大となるが、回転子 12 に作用する回転トルクはゼロになる。

【0031】回転子 12 に作用する回転トルクが完全にゼロになる前、すなわち境界部分 14c₁、14c₃ 及び 14c₅ が回転方向前方の別の電磁石 16b、f、j に差しかかった時点で、励磁切換手段 17 により電磁石 16a、e、i の励磁を停止する一方、電磁石 16b、f、j の励磁を開始すると、図 11 に示すように、磁束 14d が電磁石 16b、f、j 側に収束され、前回と同様にして回転子 12 に回転トルクが作用する。

【0032】この後、電磁石 16c、g、k を励磁し、回転子 12 の回転に伴って境界部分 14c₁、14c₃ 及び 14c₅ が回転方向前方の別の電磁石 16d、h、l に差しかかった時点で、電磁石 16c、g、k の励磁を停止する一方、電磁石 16d、h、l の励磁を開始する。

【0033】このようにして電磁石 16a 乃至 16l を順次励磁することにより、永久磁石 13 の磁界と電磁石 16a 乃至 16l の磁界が作用し合い、回転子 12 に回転トルクを付与する。

【0034】このとき、永久磁石 13 の一方の磁極 (例えば N 極) 側と電磁石 16a 乃至 16l の軸方向一端の磁極 (例えば S 極) との間で回転トルクが生じると共に、永久磁石 13 の他方の磁極 (例えば S 極) 側と電磁石 16a 乃至 16l の軸方向他端の磁極 (例えば N 極) との間でも回転トルクが生じる。

【0035】ここで、永久磁石 13 の一方の磁極側、例えば N 極側では、電磁石 16a 乃至 16l のうち所定の電磁石が S 極のみに励磁されており、励磁中の電磁石から隣接する他の電磁石に磁束が通ることにより磁気回路を構成して永久磁石 13 と同極の N 極にすることがない。また、永久磁石 13 の他方の磁極側、例えば S 極側では、所定の電磁石が N 極のみに励磁されており、励磁中の電磁石から隣接する他の電磁石に磁束が通ることにより磁気回路を構成して永久磁石 13 と同極の S 極にするようなことがない。また、永久磁石 13 の磁束は磁性体 14 を通って励磁中の電磁石側に収束され (図 4 B 乃至図 4 H 中の磁束 14d 参照)、磁性体 14 のうち非励磁の電磁石と対向する箇所等が磁束の通らないデッドゾーンになっている。したがって、回転子 12 の回転を妨

げるような力は生じない。

【0036】これを電磁石 16a 乃至 16l に印加する電気エネルギーの観点からみると、印加された電気エネルギーの殆ど全てが回転子 12 の回転に寄与するのに消費され、また永久磁石 13 の磁気エネルギーの有効利用の観点から見ると、磁気エネルギーの殆ど全てが回転子 12 の回転に寄与するのに利用されるということが出来る。

【0037】また、電磁石の鉄心 161 の軸方向両端に磁性体 14 の外周部側に延びる脚部 162 を連設し、該脚部 162 にコイル 163 を巻回するようになっているので、コイル 163 への通電によって作り出された磁束が電磁石と磁性体 14 との間の隙間から漏れるのを可及的に少なくすることができ、この点からも電磁石に印加する電気エネルギーの有効利用が図られている。

【0038】さらに、磁性体 14 の外周部に切欠部 14a と磁歯部 14b とを交互に設けると共に、これらの間の境界部分に対応する箇所それぞれに電磁石を配置しているので、該電磁石を励磁したとき境界部分と電磁石との間のギャップに生じる磁力線を大きく傾かせることができ、電磁石の励磁初期時に大きな回転トルクを得ることが出来る。

【0039】次に、図 12 及び図 13 に示す変形例を説明する。

【0040】図 12 に示す変形例では、磁性体 14 を回転出力軸 11 の軸方向中間部にも設けた点と、永久磁石 130 を図示するような配置で 2 個回転出力軸 11 に遊嵌した点と、鉄心 161 の軸方向中間部に磁性体 14 の外周面側に延びる脚部 164 を連設した点が、図 1 乃至図 3 に示すモータと相違している。他の構成部分については基本的に図 1 乃至図 3 に示すモータと同じである。回転出力軸 11 は、磁性材、非磁性材により形成することができる。

【0041】図面では、鉄心 161 の軸方向両端部の脚部 162 が、対向する磁性体 14 の磁極 (N 極) と反対極の S 極になるように、それぞれのコイル 163 に通電するようにしてある。これにより、鉄心 161 の軸方向中間部の脚部 164 の磁極は対向する磁性体 14 の磁極 (S) と反対極の N 極になる。

【0042】この変形例でも、図 1 乃至図 3 に示す実施例と同様に、電磁石の作り出す磁束の漏れを可及的に少なくすることができる上に、鉄心 161 の軸方向中間部にある脚部 164 と回転出力軸 11 の軸方向中間部にある磁性体 14 との間でも回転トルクが得られるため、図 1 乃至図 3 に示す実施例と電気消費量を同じにした場合、それよりも回転トルクを高めることができる。

【0043】図 13 に示す別の変形例では、磁性体 14 を回転出力軸 11 の軸方向中間部にも設けた点と、鉄心 161 の軸方向中間部に磁性体 14 の外周面側に延びる脚部 164 を連設した点と、永久磁石を、軸方向着磁したものではなく、半径方向に着磁、例えば外周側を N

極、内周側を S 極にした円環状の永久磁石 131 を使用し、該永久磁石 131 を回転出力軸 11 の軸方向両端部に位置する磁性体 14 の中央部に形成した空間部 14e に嵌挿した点が、図 1 乃至図 3 に示すモータと相違している。他の構成部分については図 1 乃至図 3 に示すモータと同じである。図中、図 1 乃至図 3 に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。

【0044】図面では、鉄心 161 の軸方向両端部の脚部 162 が対向する磁性体 14 の磁極 (N 極) と反対極の S 極になるように、それぞれのコイル 163 に通電するようにしてある。これにより、鉄心 161 の軸方向中間部の脚部 164 の磁極は対向する磁性体 14 の磁極 (S) と反対極の N 極になる。

【0045】この変形例では、回転出力軸 11 を非磁性材ではなく、磁性材により形成することができる。

【0046】図 14 は本発明の第 2 実施例を示す断面図である。

【0047】この第 2 実施例では、鉄心 161 の軸方向中間部にコイル 163 を巻回して電磁石を構成し、そして、永久磁石を、軸方向着磁したものではなく、半径方向に着磁、例えば外周側を N 極、内周側を S 極にした円環状の永久磁石 131 を使用し、該永久磁石 131 を回転出力軸 11 の軸方向両端部に位置する磁性体 14 の中央部に形成した空間部 14e に嵌挿している。他の構成部分については図 1 乃至図 3 に示すモータと同じである。図中、図 1 乃至図 3 に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。

【0048】この第 2 実施例では、回転出力軸 11 を非磁性材ではなく、磁性材により形成することができる。

【0049】図 15 乃至図 17 は本発明の第 3 実施例を示している。

【0050】この第 3 実施例では、円環状の永久磁石 131 を使用し、該永久磁石 131 を磁性体 140 の中央部に形成した空間部 140e に嵌挿し、磁性体 140 と電磁石との間の隙間 G が回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように、磁性体 140 の外周部に切欠部 140a を設け、狭い側の隙間 G と対向する電磁石と広い側の隙間 G と対向する電磁石の間に位置する、中間幅の隙間 G と対向する電磁石を順次励磁するようにしてあり、他の構成部分については図 1 乃至図 3 に示すモータと同じである。図中、図 1 乃至図 3 に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。なお、符号 140d は磁性体 140 を通る磁束で、電磁石を励磁したときの該磁束の収束状態を示している。

【0051】この第 3 実施例では、例えば図 15 に示すように電磁石 16a、d、g、j を励磁し、次いで図 16 に示すように電磁石 16c、f、i、l を励磁し、次いで図 17 に示すように電磁石 16b、e、h、k を励磁することにより、回転子を図 15 の時計方向に回転させることができ、上記第 1 実施例、その変形例及び第 2

実施例に比して回転数は小さいが、安定した回転力と高い回転トルクを得ることができる。

【0052】なお、切欠部140aの個数は、図15に示すように4個設ける他に、2個、3個設けることができる。また、切欠部140aを設けず、磁性体140全体を偏心させて回転出力軸11に取り付けるようにしてもよい。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように第1の発明によれば、固定子としての複数の電磁石を互いに磁気回路が独立するようにし、そして電磁石を対向する永久磁石の磁極と逆極性にのみ励磁するようにしており、隣接する電磁石に磁束が通って該電磁石が永久磁石の極性と同極性になることがないので、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、また電磁石の作る磁束の漏れが少なく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる。

【0054】また、第2の発明によれば、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができ、また回転出力軸を磁性、非磁性体のいずれの材料からでも構成できる自由度がある。

【0055】また、第3の発明によれば、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる。また安定した回転力と高い回転トルクを得ることができる。

【0056】また、第1、2及び3の発明では、電磁石を構成するコイルに流す電流の極性は一定であり、変化させるようなことをしないので、コイルが発熱する問題が殆ど無く、またコイルに流す電流の極性転換に伴って生じる反発力のために振動したり、騒音を発したりする問題もない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のモータの一部切断、省略して示した一側面図である。

【図2】図1に示すモータの縦断面図である。

【図3】遮光板を示す図1のモータの他側面図である。

【図4】図1のモータの電磁石を励磁する前の状態を説明する説明図である。

【図5】図1のモータの電磁石を励磁したときの状態を説明する説明図である。

【図6】図5の次のステップを説明する説明図である。

【図7】図6の次のステップを説明する説明図である。

【図8】図7の次のステップを説明する説明図である。

【図9】図8の次のステップを説明する説明図である。

【図10】図9の次のステップを説明する説明図である。

【図11】図10の次のステップを説明する説明図である。

【図12】図1のモータの変形例を示す縦断面図である。

【図13】図1のモータの別の変形例を示す縦断面図である。

【図14】本発明の第2実施例を説明する縦断面図である。

【図15】本発明の第3実施例を示す縦断面図である。

【図16】図15のモータの電磁石を励磁したときの状態を説明する説明図である。

【図17】図16の次のステップを説明する説明図である。

【図18】従来のHB型ステッピング・モータの断面図である。

【図19】図18に示すモータの軸方向一端から見た一部切断、省略して示した側面図である。

【図20】図18に示すモータの永久磁石の磁束を通路を説明する説明図である。

【図21】図18に示すモータの電磁石の磁束を通路を説明する説明図である。

【図22】図18に示すモータの永久磁石のS側における該永久磁石の磁界と電磁石の磁界との間の作用を説明する説明図である。

【図23】図18に示すモータの永久磁石のN側における該永久磁石の磁界と電磁石の磁界との間の作用を説明する説明図である。

【符号の説明】

10 支持部材

11 軸受

13、130、131 永久磁石

14 磁性体

14a、140a 切欠部

14b 磁歯部

14e 空間部

16a乃至16l 電磁石

161 鉄心

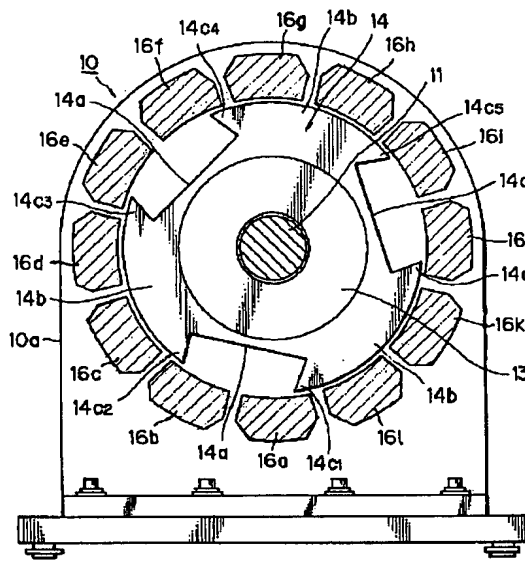
162、164 脚部

163 コイル

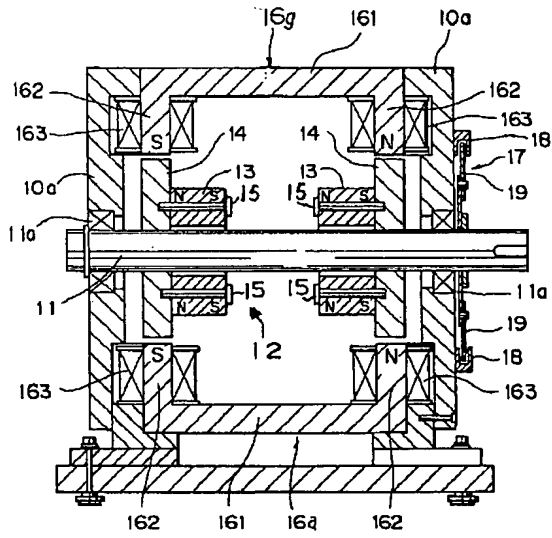
17 励磁切換手段

G 隙間

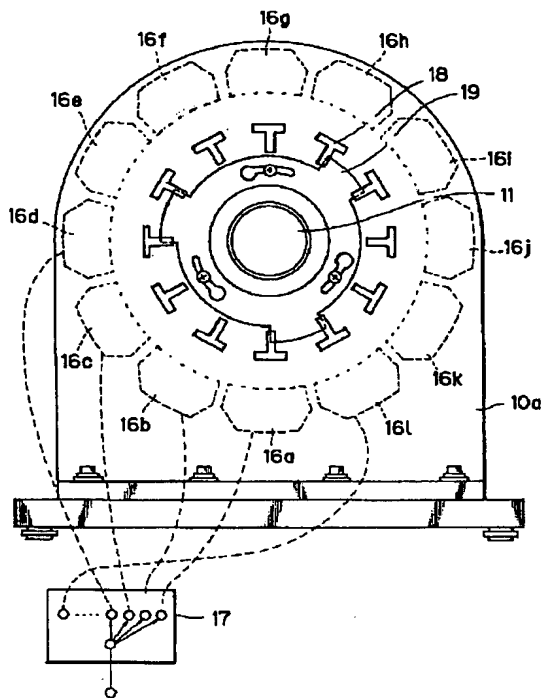
【図 1】



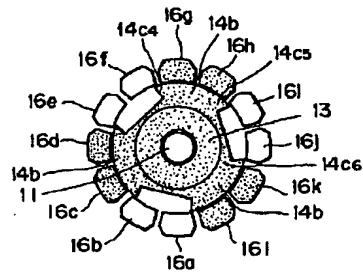
【図 2】



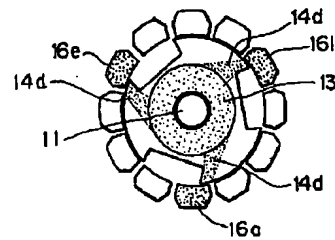
【図 3】



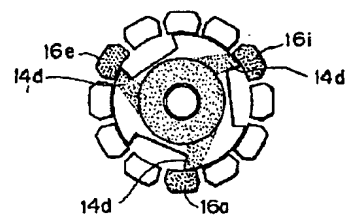
【図 4】



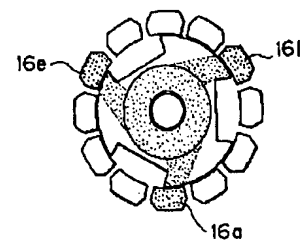
【図 5】



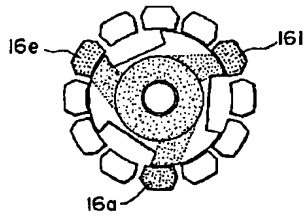
【図 6】



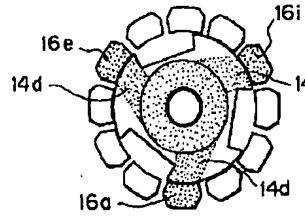
【図 7】



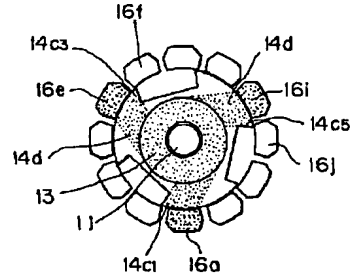
【図 8】



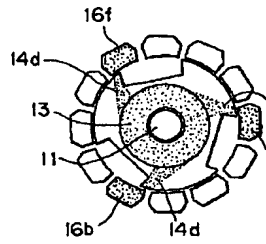
【図 9】



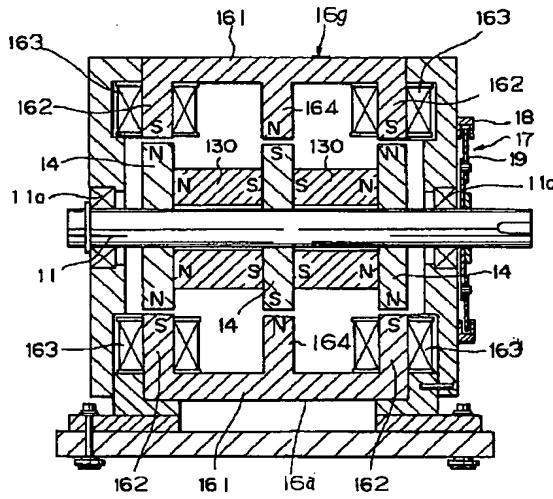
【図 10】



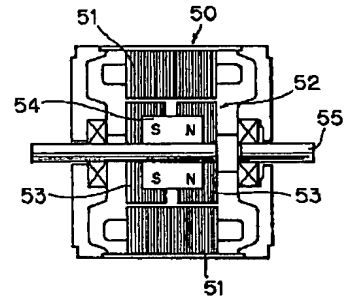
【図 11】



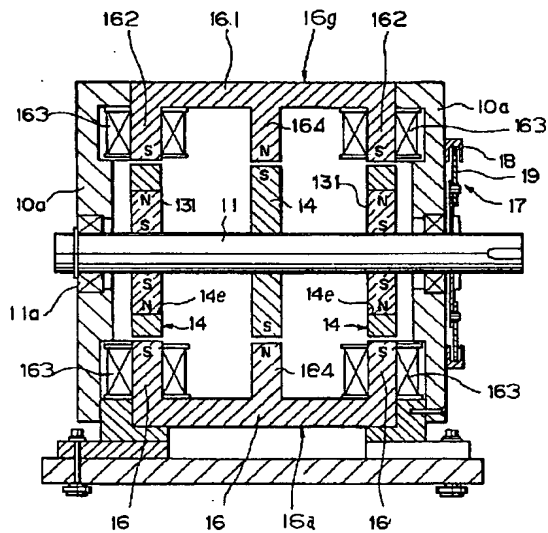
【図 12】



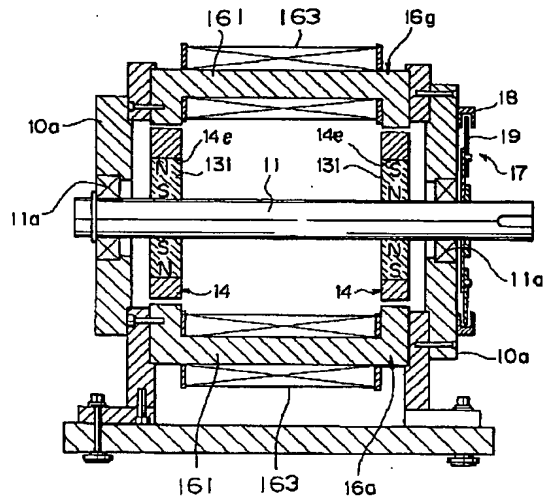
【図 18】



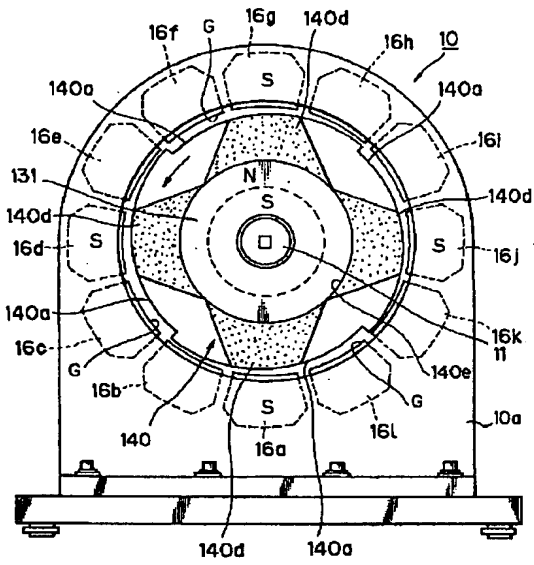
【図 13】



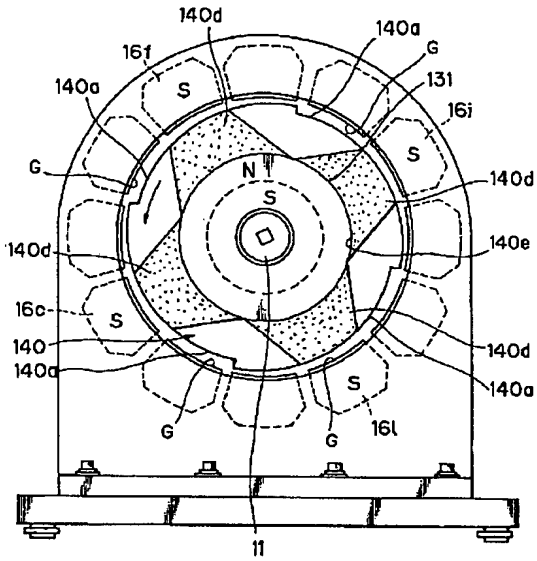
【図 14】



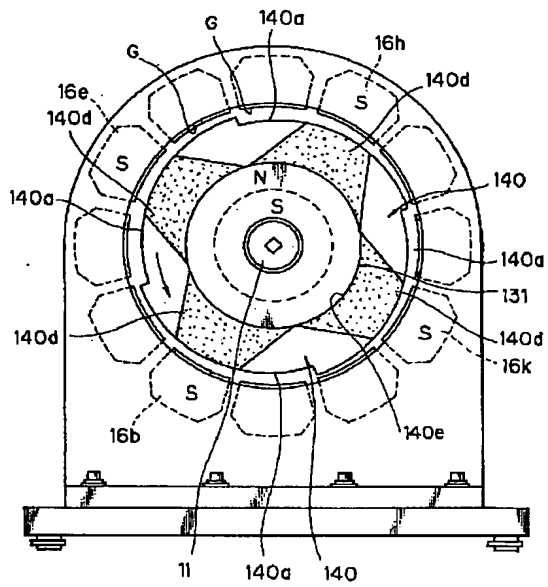
【図 15】



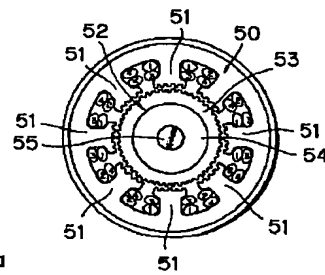
【図 16】



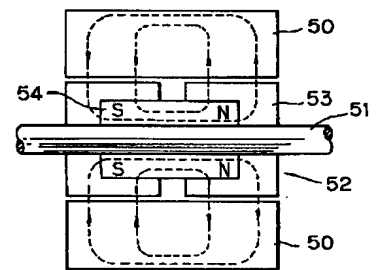
【図 17】



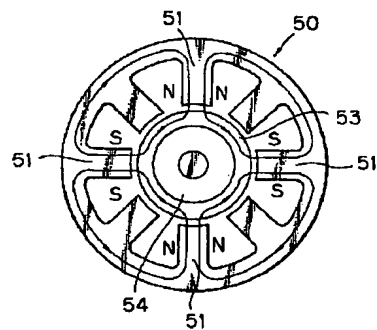
【図 19】



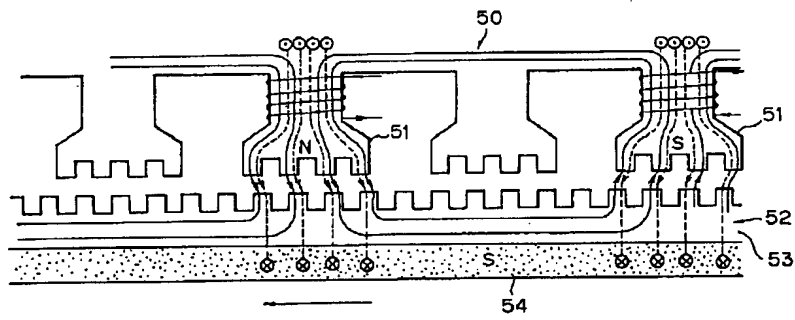
【図 20】



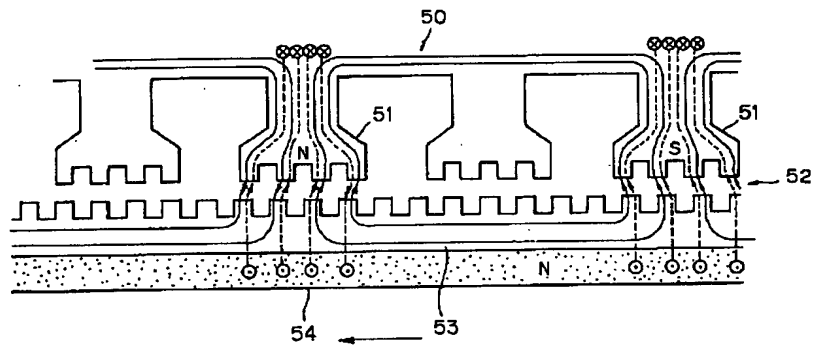
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-007907 ✓

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

H02K 37/04

(21)Application number : 05-146537

(71)Applicant : NIPPON RIKEN KK
KAWAI TERUO

(22)Date of filing : 17.06.1993

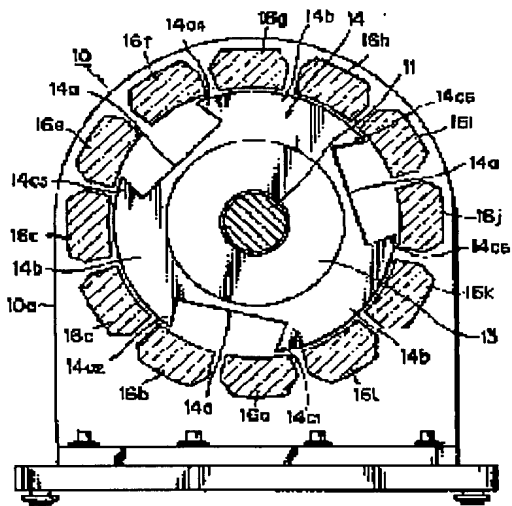
(72)Inventor : KAWAI TERUO

(54) POWER GENERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the generation of force disturbing the direction of motion of a rotor and a needle by providing magnetic circuits separately in a plurality of electromagnets as stators and exciting the electromagnets only in polarity opposite to the magnetic pole of an opposed permanent magnet.

CONSTITUTION: A permanent magnet 13 rotated together with a rotary output shaft (LA) 11 and magnetized in the axial direction is arranged. A magnetic substance 14, which alternately has notched sections 14a and magnetic tooth sections 14b and through which the magnetic flux of the permanent magnet 13 passes, is disposed between LA11 and the permanent magnet 13. Electromagnets 16a-16i are fixed and mounted at regular intervals in the circumferential direction of the magnetic substance 14, and the magnetic circuits of the electromagnets are made independent mutually. Electricity is supplied through a coil 163 so that a leg section 162 at one end section in the axial direction of the core 16i is brought to polarity opposite to the magnetic pole of the magnetic substance 14. An excitation changeover means converges magnetic flux passing through the magnetic substance 14 in the fixed direction and successively excites the electromagnets 16a-16i in polarity opposite to the polarity of the magnetic pole of the permanent magnets 13 so that LA11 is given revolving torque.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-7907

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 2 K 37/04

識別記号 庁内整理番号
5 0 1 V 9180-5H
B 9180-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平5-146537

(22) 出願日 平成5年(1993)6月17日

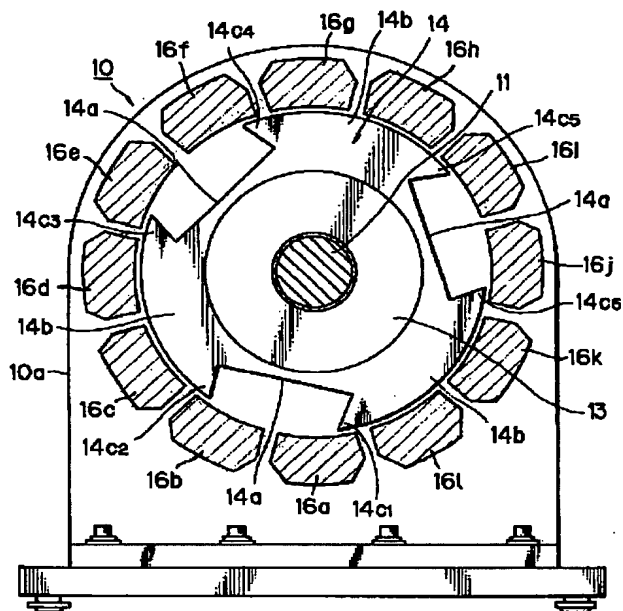
(71) 出願人 592012546
日本理研株式会社
東京都大田区西蒲田7丁目4番3号 カー
サ蒲田704
(71) 出願人 000124384
河合 輝男
東京都大田区西蒲田七丁目4番3-905号
(72) 発明者 河合 輝男
東京都大田区西蒲田七丁目4番3-905号
(74) 代理人 弁理士 湯浅 恭三 (外6名)

(54) 【発明の名称】 動力発生装置

(57) 【要約】

【目的】 回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じないように電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる動力発生装置を提供すること。

【構成】 回転出力軸の回りに配置され、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、該永久磁石の磁界中に同軸に配置されて回転出力軸と共に回転する磁性体と、該磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおいて固定装備され、且つ磁気回路が互いに独立した、複数の電磁石とを具備し、励磁切換手段により前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極と逆極性に順次励磁する。これにより、回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じない。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、

支持部材に回転自在に装備された回転出力軸の軸方向両端に配置されて、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、

前記回転出力軸の軸方向両端に前記永久磁石と同軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、該永久磁石の磁束が通る磁性体と、

前記支持部材に、前記回転出力軸と平行となるように前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように固定装備された複数の電磁石と、

前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、

かつ前記電磁石の鉄心の軸方向両端部に前記磁性体の外周面側に延びる脚部をそれぞれ連設し、該脚部の部分にコイルをそれぞれ巻回して、前記電磁石を構成してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項2】 特許請求の範囲第1項に記載の動力発生装置にして、

前記回転出力軸の軸方向中間部に前記磁性体を取り付け、

前記回転出力軸の軸方向一端部にある第1の磁性体と前記軸方向中間部にある第3の磁性体との間及び前記回転出力軸の軸方向他端部にある第2の磁性体と前記第3の磁性体との間に、軸方向着磁された永久磁石をそれぞれ配置し、

前記一方の永久磁石の前記第3の磁性体側の磁極の極性と、前記他方の永久磁石の前記第3の磁性体側の磁極の極性とが同極性になるようにし、

前記電磁石の鉄心の軸方向中間部に、前記第3の磁性体14の外周面側に延びる脚部を連設してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項3】 特許請求の範囲第1項又は第2項に記載の動力発生装置にして、

前記回転出力軸の軸方向両端部に配置された前記磁性体の中央部分にそれぞれ空間部を形成し、

前記各永久磁石を、円環状に形成し、その外周側を一方の極性に内周側を他方の極性に着磁し、該永久磁石を前記磁性体の空間部内に嵌挿してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項4】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、

支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で、外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成され

た、永久磁石と、

中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、

前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、

前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備してなることを特徴とする動力発生装置。

【請求項5】 磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、

支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で、外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された、永久磁石と、

中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、

前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、

前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、

前記磁性体の外周部に、前記電磁石との間の隙間が回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように切欠部を複数設け、

前記励磁切換手段を、前記各切欠部と対向する前記電磁石のうち、狭い側の隙間と対向する電磁石と広い側の隙間と対向する電磁石との間に位置する中間幅の隙間と対向する電磁石を、前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁するように構成してなることを特徴とする動力発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、固定子として電磁石を使用し、回転子或いは可動子として永久磁石と軟鋼等の磁性体とを組み合わせ使用した動力変換装置に係り、詳しくは永久磁石が本来的に保有しているエネルギーとしての磁力を最大限活用してこの磁気エネルギーを作業エネルギーに転換させる動力発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】これまで、固定子として電磁石を使用し、回転子として軟鋼等の磁性体と永久磁石との組合物を使用した動力発生装置として、例えばHB（ハイブリ

ッド)型ステッピング・モータが知られている。

【0003】例えば、図18乃至図23は従来のHB型ステッピング・モータの概略を示している。このHB型モータは、図18及び図19に示すように、回転子52の部分に特徴があり、回転子52の一方の構成要素である成層鋼板53に形成した歯によりステップ角を小さくできるというVR(バリアブル・リラクタンス)型ステッピング・モータのもつ長所と、回転子52の他方の構成要素である永久磁石54のために効率が高く小型化に有利であるというPM(パーマネント・マグネット)型ステッピング・モータのもつ長所とを合わせもつものである。なお、固定子50の鉄心の部分はVR型モータのもと同じであるが、コイルの巻き方と結線の仕方が異なっている。

【0004】図20は永久磁石54の作り出す磁束の通り路(磁路)を示しており、ロータ軸55の軸方向端部にN極かS極の一方が均一に現れるユニポーラ形の分布をとっている。これに対し、図21は固定子50の電磁石51が作り出す磁路を示しており、ロータ軸55に垂直な平面にNSNS……という具合に偶数個の磁極が現れるヘテロポーラ形の分布をとっている。このユニポーラ形の永久磁石磁束(永久磁石の磁界)とヘテロポーラ形の巻線磁束(電磁石の磁界)とが作用し合ってトルクを発生するようになっている。ここで、“永久磁石磁束と巻線磁束とが作用し合って”とは、永久磁石54と電磁石51との間のギャップにおいて磁力線の傾斜を生み出すことを意味する。

【0005】このHB型モータのトルク発生メカニズムをリニア・モータ形式に展開したモデルを示す図22及び図23を参照して説明する。図22は永久磁石54のS側の断面を示し、図23はN側の断面を示している。これら図のなかで実線は電磁石51による磁束を示し、破線は永久磁石54による磁束を示している。

【0006】電磁石51による磁界についてみると(図22の実線を参照)、永久磁石54のS側の断面において、中央のギャップでは磁力線が右下がりであるのに対し、同図の右端側のギャップでは磁力線が右上がりであり、両者は打ち消す合う関係にある。また、永久磁石54のN側の断面においても同様である。

【0007】ところが、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが作用し合うとトルクが発生する。すなわち、永久磁石54のS側断面における中央のギャップ(電磁石51のN側)では、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが同じ方向で強め合って図22の左方向の推力が回転子52に現れるが、右側のギャップ(電磁石51のS側)では、両磁界が反対方向で弱め合って同図の右方向の推力が現れる。しかし、この力は小さく、全体としては図22の左向きの推力が現れる。

【0008】また、永久磁石54のN側断面における中

央のギャップ(電磁石51のN側)では、電磁石51による磁界と永久磁石54による磁界とが反対方向で弱め合って図23の右方向の推力が回転子52に現れるが、この力は小さい。しかし、図23の右側のギャップ(電磁石51のS側)では、両磁界が同じ方向で強め合って図23の左方向の推力は大きく、全体としては図23の左向きの推力が現れる。

【0009】したがって、これらの推力により回転子52は図22、図23の左方向の1/4歯ピッチ進行することになる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この従来のHB型モータでは、前述したようにトルク方向と反対の方向の力(回転子52の回転を妨げる力)が存在する問題がある。これを電磁石51の巻線に印加する電気エネルギーの観点からみると、図22の右端の電磁石の巻線や、図23の中央の電磁石の巻線に印加される電流は、回転子52の運動を妨げようとする永久磁石54の磁界を打ち消すのに消費され、回転子52の運動には何ら寄与せず、エネルギー効率が低い。また、永久磁石54の磁気エネルギーの観点からみると、電磁石51の作る磁界とともに回転子52の運動に利用されるが、その一部は回転子52の運動を妨げてしまい、永久磁石54の磁気エネルギーの有効利用が図られていない。

【0011】上記HB型モータの問題は固定子として電磁石を使用し、回転子として磁性体と永久磁石とを使用した動力発生装置全般にいえることである。

【0012】したがって、本発明は、回転子、可動子の運動方向と反対方向に働く力が生じないように電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる動力発生装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決しようとするための手段】上記目的を達成するための第1の発明では、磁気エネルギーを動力に変換する動力発生装置にして、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸の軸方向両端に配置されて、該回転出力軸と共に回転する永久磁石と、前記回転出力軸の軸方向両端に前記永久磁石と同軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、該永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記支持部材に、前記回転出力軸と平行となるように前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように固定装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、かつ前記電磁石の鉄心の軸方向両端部に前記磁性体の外周面側に延びる脚部をそれぞれ連設し、該脚部の部分にコイルをそれぞれ巻

回して、前記電磁石を構成てなることを特徴としている。

【0014】また、第2の発明では、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された永久磁石と、中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記複数の電磁石のうち回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備してなることを特徴としている。

【0015】また、第3の発明では、支持部材に回転自在に装備された回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、円環状で外周側を一方の極性に、内周側を他方の極性に着磁して形成された永久磁石と、中央の空間部に前記永久磁石を嵌挿して該永久磁石と同軸に前記回転出力軸に配置されて、該回転出力軸と共に回転する、永久磁石の磁束が通る磁性体と、前記磁性体の周囲にその周方向に沿って所定の間隔をおきかつ磁気回路が互いに独立するように前記支持部材に装備された複数の電磁石と、前記磁性体を通る磁束を一定方向に収束して前記回転出力軸に回転トルクを付与するように、前記電磁石を前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁する励磁切換手段とを具備し、前記磁性体の外周部に、前記電磁石との間の隙間が回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように切欠部を複数設け、前記励磁切換手段を、前記各切欠部と対向する前記電磁石のうち、狭い側の隙間と対向する電磁石と広い側の隙間と対向する電磁石との間に位置する中間幅の隙間と対向する電磁石を、前記永久磁石の磁極の極性と逆極性に順次励磁するように構成してなることを特徴としている。

【0016】

【作用】上記発明によれば、回転出力軸の回転方向に前方に位置する電磁石を励磁すると、励磁された電磁石によって生じる磁界と永久磁石によって生じる磁界とが作用し合い、磁性体を通る磁束が電磁石側に収束され、これにより回転出力軸を該電磁石側の方向に所定角度回転させる。回転出力軸が所定角度回転したら前記電磁石の励磁を中断する一方、新たに回転出力軸の回転方向の前方に位置する電磁石を励磁する。このようにして電磁石を順次励磁することにより、回転出力軸を所定方向に回転することができるが、このとき、電磁石を、永久磁石の磁極の極性と逆極性となるように励磁しており、そして励磁中の電磁石の磁気回路が、隣接する他の電磁石の

磁気回路と独立し、励磁中の電磁石から発生した磁束が、隣接する他の電磁石の磁気回路を通して永久磁石の磁極の極性と同極にするようなことがないため、回転出力軸の回転を妨げる方向の力は生じない。

【0017】

【実施例】以下、本発明の好ましい実施例を、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0018】第1実施例によれば、第1図及び第2図に示すように、支持部材10の前後側板10a間には、回転出力軸11が軸受11aを介して回転自在に装備されている。この回転出力軸11の軸方向両端側であって、前後側板10aの内側位置には、該回転出力軸11と共に回転する、軸方向着磁されたリング状の永久磁石13がそれぞれ遊嵌状態で配置されている。また、回転出力軸11の側板10aと永久磁石13との間の位置には、外周部に切欠部14aと磁歯部14bとを交互に有した、永久磁石13の磁束が通る磁性体14がそれぞれ固定状態で配置されている。図1では、例えば、切欠部14aを3個、磁歯部14bを3個形成した場合を示している。永久磁石13と磁性体14は回転出力軸11に対して同軸であり、両者はボルト等の締結手段15により一体化し、回転出力軸11とともに回転する回転子12をなしている。

【0019】ここで、支持部材10及び回転出力軸11は、共に非磁性体である。支持部材10は例えばステンレス鋼、アルミニウム、アルミニウム合金、合成樹脂等で形成され、また回転出力軸11は例えばステンレス鋼等で形成されている。したがって、回転出力軸11の軸方向一端側の永久磁石13と磁性体14とからなる磁気回路と、軸方向他端側の永久磁石13と磁性体14とからなる磁気回路とは、互いに独立している。また、磁性体14は、例えば各種鉄材、ケイ素鋼板、パーマロイ等の透磁率の高い磁性体材料により形成されている。

【0020】前後側板10a間には、固定子となる複数個の電磁石16a乃至16lが、磁性体14を囲むように該磁性体14の周方向に沿って略等間隔に固定状態で装備されている。図1では、例えば12個配置した場合を示している。これら電磁石16a乃至16lは、その磁気回路が互いに独立していて、励磁された電磁石の磁束が隣接する電磁石の鉄心を通らないようにしてある。

【0021】各電磁石16a乃至16lの鉄心161は、図2に示すように、回転出力軸11、永久磁石13、磁性体14の軸線方向に延び且つ回転出力軸11等に対して平行に装備されている。そして、各鉄心161の軸方向両端部分（磁極の部分）には、磁性体14の外周面側に延びかつ該外周面と僅かな隙間をおいて対向する脚部162がそれぞれ連設され、該脚部162にコイル163がそれぞれ巻回されている。図2では、鉄心161の軸方向一端部の脚部162（図2の左側）が対向する磁性体14の磁極（N極）と反対極のS極になるよ

うに、また他端部の脚部162（図2の右側）が対向する磁性体14の磁極（S極）と反対極のN極になるようにそれぞれのコイル163に通電するようにしてある。

【0022】電磁石16a乃至16lのうち、その一部は、磁性体14の切欠部14aと磁歯部14bとの境界部分14c₁乃至14c₆に対応する箇所位置している。図1では、例えば、境界部分14c₁に電磁石16aが、境界部分14c₂に電磁石16bが、境界部分14c₃に電磁石16eが、境界部分14c₄に電磁石16fが、境界部分14c₅に電磁石16iが、境界部分14c₆に電磁石16jがそれぞれ位置している場合を示している。

【0023】電磁石を励磁していないときの永久磁石13の作り出す磁束の通路と、電磁石を励磁したときの、永久磁石13の作り出す磁束の通路と電磁石の巻線が作り出す磁束の通路は、ともにその軸方向端部にN極かS極のいずれか一方の極が均一に現れるユニポーラ形の分布をとっている。電磁石の励磁時に永久磁石13の磁界と電磁石の磁界とが作用し合って回転トルクを発生する。

【0024】電磁石16a乃至16lを順次励磁する励磁切換手段17は、基本的には電磁石16a乃至16lの各巻線にそれぞれ直流を供給する通常の励磁回路から構成されているが、本実施例では電磁石16a乃至16lへの給電を切り換える切換部分は複数の光センサ18と該光センサ18をオン・オフする遮光板19とから構成されている。

【0025】光センサ18は、発光素子と受光素子とを遮光板19が通過し得る間隔をおいて対向配置してなるもので、電磁石16a乃至16lに対応する位置関係で前後側板10aの一方の外面に円周方向に沿って等間隔に配置されている（図2及び図3では、例えば、後板外面に配置した場合を示している。）。また、遮光板19は、光センサ18が配置された後板10aから突出する回転出力軸11の端部に固定されている。

【0026】本実施例では、遮光板19によって光センサ18が遮光されている間、該光センサ18に対応する電磁石に通電するようにしてある。

【0027】次に上記第1実施例の作用を図4乃至図1を参照して説明する。

【0028】励磁切換手段17により電磁石16a乃至16lに何ら通電しない場合には、図4に示すように、磁歯部14bと僅かなギャップをおいて対向する電磁石16c、d、g、h、k、lの各脚部は、永久磁石13の磁界中にある単なる磁性体となり（図4の薄墨部分参照）、磁歯部14b部分を吸引し、回転子12は停止状態にある。

【0029】次いで、励磁切換手段により図5に示すように切欠部14aと磁歯部14bとの境界部分14c₁、14c₃及び14c₅に位置する電磁石16a、e、iを同時に励磁すると、永久磁石13の磁界と電磁石16a、

e、iの磁界とが作用し合い、磁性体14を通る磁束14dが該電磁石16a、e、i側に瞬時に収束される。これにより、回転子12は、電磁石16a、e、i側に吸引され、磁束14dの幅を広げようとする方向、すなわち図5の時計方向への回転トルクを受ける。

【0030】図6乃至図10は、回転子12の回転に伴う磁束14dの幅の変化を示しており、磁束14dの幅が最大となる時点、すなわち磁歯部14bがのみが電磁石16a、e、iと対向する一方、切欠部14aが電磁石16a、e、iから完全に外れたときに、磁束14dの幅が最大となって、永久磁石13と電磁石16a、e、iとの間に働く吸引力が最大となるが、回転子12に作用する回転トルクはゼロになる。

【0031】回転子12に作用する回転トルクが完全にゼロになる前、すなわち境界部分14c₁、14c₃及び14c₅が回転方向前方の別の電磁石16b、f、jに差しかかった時点で、励磁切換手段17により電磁石16a、e、iの励磁を停止する一方、電磁石16b、f、jの励磁を開始すると、図11に示すように、磁束14dが電磁石16b、f、j側に収束され、前回と同様にして回転子12に回転トルクが作用する。

【0032】この後、電磁石16c、g、kを励磁し、回転子12の回転に伴って境界部分14c₁、14c₃及び14c₅が回転方向前方の別の電磁石16d、h、lに差しかかった時点で、電磁石16c、g、kの励磁を停止する一方、電磁石16d、h、lの励磁を開始する。

【0033】このようにして電磁石16a乃至16lを順次励磁することにより、永久磁石13の磁界と電磁石16a乃至16lの磁界が作用し合い、回転子12に回転トルクを付与する。

【0034】このとき、永久磁石13の一方の磁極（例えばN極）側と電磁石16a乃至16lの軸方向一端の磁極（例えばS極）との間で回転トルクが生じると共に、永久磁石13の他方の磁極（例えばS極）側と電磁石16a乃至16lの軸方向他端の磁極（例えばN極）との間でも回転トルクが生じる。

【0035】ここで、永久磁石13の一方の磁極側、例えばN極側では、電磁石16a乃至16lのうち所定の電磁石がS極のみに励磁されており、励磁中の電磁石から隣接する他の電磁石に磁束が通ることにより磁気回路を構成して永久磁石13と同極のN極にすることがない。また、永久磁石13の他方の磁極側、例えばS極側では、所定の電磁石がN極のみに励磁されており、励磁中の電磁石から隣接する他の電磁石に磁束が通ることにより磁気回路を構成して永久磁石13と同極のS極にするようなことがない。また、永久磁石13の磁束は磁性体14を通して励磁中の電磁石側に収束され（図4B乃至図4H中の磁束14d参照）、磁性体14のうち非励磁の電磁石と対向する箇所等が磁束の通らないデッドゾーンになっている。したがって、回転子12の回転を妨

げるような力は生じない。

【0036】これを電磁石16a乃至16lに印加する電気エネルギーの観点からみると、印加された電気エネルギーの殆ど全てが回転子12の回転に寄与するのに消費され、また永久磁石13の磁気エネルギーの有効利用の観点から見ると、磁気エネルギーの殆ど全てが回転子12の回転に寄与するのに利用されるということが出来る。

【0037】また、電磁石の鉄心161の軸方向両端に磁性体14の外周部側に延びる脚部162を連設し、該脚部162にコイル163を巻回するようにしてあるので、コイル163への通電によって作り出された磁束が電磁石と磁性体14との間の隙間から漏れるのを可及的に少なくすることができ、この点からも電磁石に印加する電気エネルギーの有効利用が図られている。

【0038】さらに、磁性体14の外周部に切欠部14aと磁歯部14bとを交互に設けると共に、これらの間の境界部分に対応する箇所それぞれ電磁石を配置してあるので、該電磁石を励磁したとき境界部分と電磁石との間のギャップに生じる磁力線を大きく傾かせることができ、電磁石の励磁初期時に大きな回転トルクを得ることが出来る。

【0039】次に、図12及び図13に示す変形例を説明する。

【0040】図12に示す変形例では、磁性体14を回転出力軸11の軸方向中間部にも設けた点と、永久磁石130を図示するような配置で2個回転出力軸11に遊嵌した点と、鉄心161の軸方向中間部に磁性体14の外周面側に延びる脚部164を連設した点が、図1乃至図3に示すモータと相違している。他の構成部分については基本的に図1乃至図3に示すモータと同じである。回転出力軸11は、磁性材、非磁性材により形成することができる。

【0041】図面では、鉄心161の軸方向両端部の脚部162が、対向する磁性体14の磁極(N極)と反対極のS極になるように、それぞれのコイル163に通電するようにしてある。これにより、鉄心161の軸方向中間部の脚部164の磁極は対向する磁性体14の磁極(S)と反対極のN極になる。

【0042】この変形例でも、図1乃至図3に示す実施例と同様に、電磁石の作り出す磁束の漏れを可及的に少なくすることができる上に、鉄心161の軸方向中間部にある脚部164と回転出力軸11の軸方向中間部にある磁性体14との間でも回転トルクが得られるため、図1乃至図3に示す実施例と電気消費量を同じにした場合、それよりも回転トルクを高めることができる。

【0043】図13に示す別の変形例では、磁性体14を回転出力軸11の軸方向中間部にも設けた点と、鉄心161の軸方向中間部に磁性体14の外周面側に延びる脚部164を連設した点と、永久磁石を、軸方向着磁したものではなく、半径方向に着磁、例えば外周側をN

極、内周側をS極にした円環状の永久磁石131を使用し、該永久磁石131を回転出力軸11の軸方向両端部に位置する磁性体14の中央部に形成した空間部14eに嵌挿した点が、図1乃至図3に示すモータと相違している。他の構成部分については図1乃至図3に示すモータと同じである。図中、図1乃至図3に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。

【0044】図面では、鉄心161の軸方向両端部の脚部162が対向する磁性体14の磁極(N極)と反対極のS極になるように、それぞれのコイル163に通電するようにしてある。これにより、鉄心161の軸方向中間部の脚部164の磁極は対向する磁性体14の磁極(S)と反対極のN極になる。

【0045】この変形例では、回転出力軸11を非磁性材ではなく、磁性材により形成することができる。

【0046】図14は本発明の第2実施例を示す断面図である。

【0047】この第2実施例では、鉄心161の軸方向中間部にコイル163を巻回して電磁石を構成し、そして、永久磁石を、軸方向着磁したものではなく、半径方向に着磁、例えば外周側をN極、内周側をS極にした円環状の永久磁石131を使用し、該永久磁石131を回転出力軸11の軸方向両端部に位置する磁性体14の中央部に形成した空間部14eに嵌挿している。他の構成部分については図1乃至図3に示すモータと同じである。図中、図1乃至図3に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。

【0048】この第2実施例では、回転出力軸11を非磁性材ではなく、磁性材により形成することができる。

【0049】図15乃至図17は本発明の第3実施例を示している。

【0050】この第3実施例では、円環状の永久磁石131を使用し、該永久磁石131を磁性体140の中央部に形成した空間部140eに嵌挿し、磁性体140と電磁石との間の隙間Gが回転子の回転方向に向かって漸次広くなるように、磁性体140の外周部に切欠部140aを設け、狭い側の隙間Gと対向する電磁石と広い側の隙間Gと対向する電磁石の間に位置する、中間幅の隙間Gと対向する電磁石を順次励磁するようにしてあり、他の構成部分については図1乃至図3に示すモータと同じである。図中、図1乃至図3に示す構成部分と同一部分には同一符号を付してある。なお、符号140dは磁性体140を通る磁束で、電磁石を励磁したときの該磁束の収束状態を示している。

【0051】この第3実施例では、例えば図15に示すように電磁石16a、d、g、jを励磁し、次いで図16に示すように電磁石16c、f、i、lを励磁し、次いで図17に示すように電磁石16b、e、h、kを励磁することにより、回転子を図15の時計方向に回転させることができ、上記第1実施例、その変形例及び第2

実施例に比して回転数は小さいが、安定した回転力と高い回転トルクを得ることができる。

【0052】なお、切欠部140aの個数は、図15に示すように4個設ける他に、2個、3個設けることができる。また、切欠部140aを設けず、磁性体140全体を偏心させて回転出力軸11に取り付けるようにしてもよい。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように第1の発明によれば、固定子としての複数の電磁石を互いに磁気回路が独立するようにし、そして電磁石を対向する永久磁石の磁極と逆極性にのみ励磁するようにしており、隣接する電磁石に磁束が通って該電磁石が永久磁石の極性と同極性になることがないので、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、また電磁石の作る磁束の漏れが少なく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ることができる。

【0054】また、第2の発明によれば、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ことができ、また回転出力軸を磁性、非磁性体のいずれの材料からでも構成できる自由度がある。

【0055】また、第3の発明によれば、回転子、可動子の運動方向を妨げるような力が生じることがなく、電磁石に印加する電気エネルギーの利用効率を高める一方、永久磁石のもつ磁気エネルギーの有効利用を図ことができ、また安定した回転力と高い回転トルクを得ることができる。

【0056】また、第1、2及び3の発明では、電磁石を構成するコイルに流す電流の極性は一定であり、変化させるようなことをしないので、コイルが発熱する問題が殆ど無く、またコイルに流す電流の極性転換に伴って生じる反発力のために振動したり、騒音を発したりする問題もない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のモータの一部切断、省略して示した一側面図である。

【図2】図1に示すモータの縦断面図である。

【図3】遮光板を示す図1のモータの他側面図である。

【図4】図1のモータの電磁石を励磁する前の状態を説明する説明図である。

【図5】図1のモータの電磁石を励磁したときの状態を説明する説明図である。

【図6】図5の次のステップを説明する説明図である。

【図7】図6の次のステップを説明する説明図である。

【図8】図7の次のステップを説明する説明図である。

【図9】図8の次のステップを説明する説明図である。

【図10】図9の次のステップを説明する説明図である。

【図11】図10の次のステップを説明する説明図である。

【図12】図1のモータの変形例を示す縦断面図である。

【図13】図1のモータの別の変形例を示す縦断面図である。

【図14】本発明の第2実施例を説明する縦断面図である。

【図15】本発明の第3実施例を示す縦断面図である。

【図16】図15のモータの電磁石を励磁したときの状態を説明する説明図である。

【図17】図16の次のステップを説明する説明図である。

【図18】従来のHB型ステッピング・モータの断面図である。

【図19】図18に示すモータの軸方向一端から見た一部切断、省略して示した側面図である。

【図20】図18に示すモータの永久磁石の磁束を通路を説明する説明図である。

【図21】図18に示すモータの電磁石の磁束を通路を説明する説明図である。

【図22】図18に示すモータの永久磁石のS側における該永久磁石の磁界と電磁石の磁界との間の作用を説明する説明図である。

【図23】図18に示すモータの永久磁石のN側における該永久磁石の磁界と電磁石の磁界との間の作用を説明する説明図である。

【符号の説明】

10 支持部材

11 軸受

13、130、131 永久磁石

14 磁性体

14a、140a 切欠部

14b 磁歯部

14e 空間部

16a乃至161 電磁石

161 鉄心

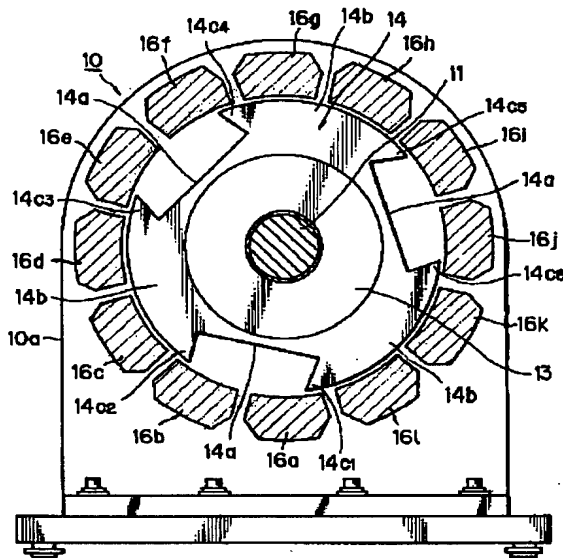
162、164 脚部

163 コイル

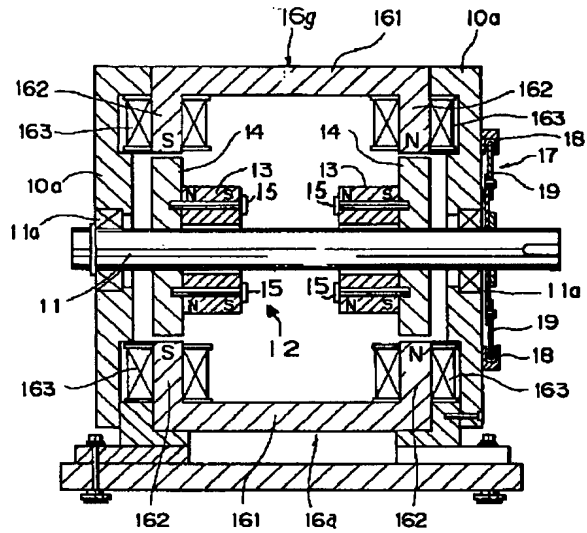
17 励磁切換手段

G 隙間

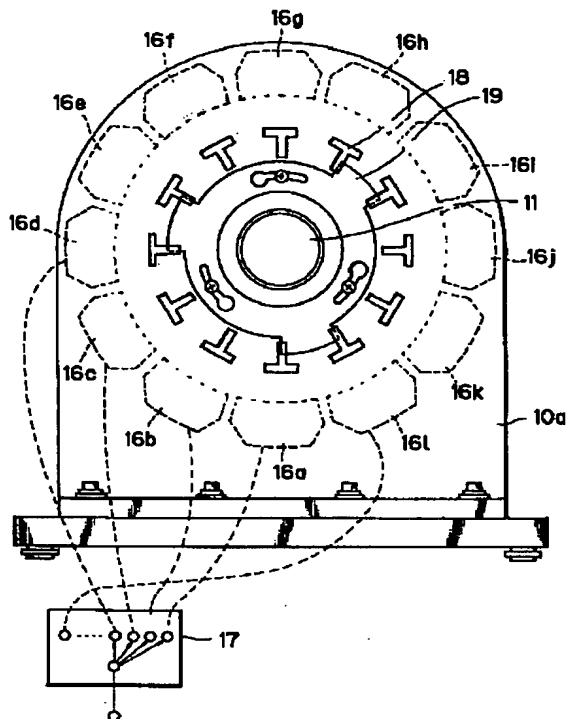
【図1】



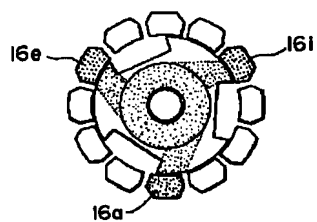
【図2】



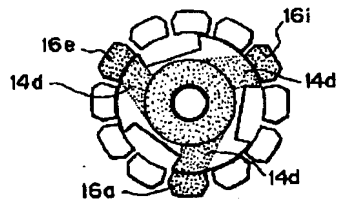
【図3】



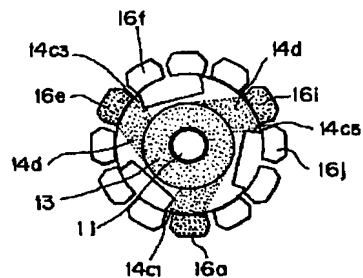
【図8】



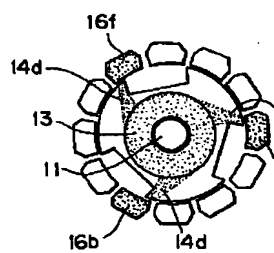
【図9】



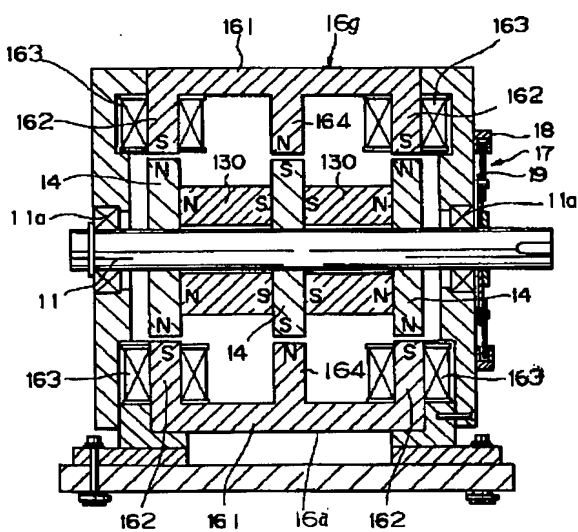
【図10】



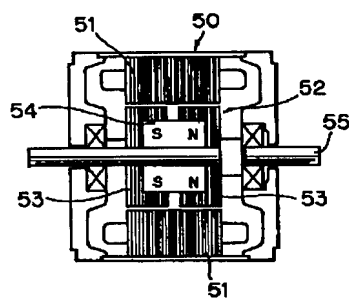
【図11】



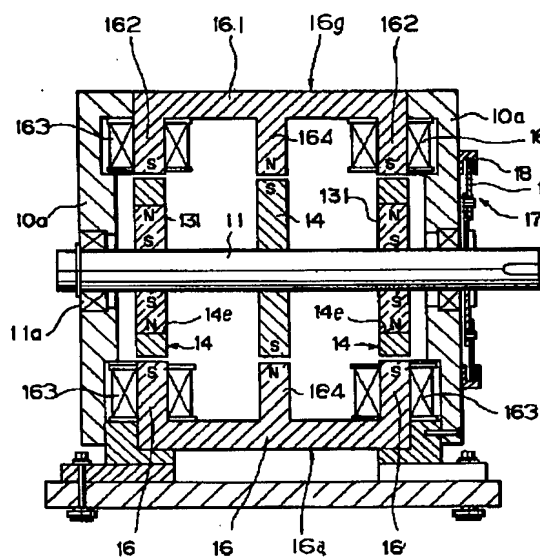
【図12】



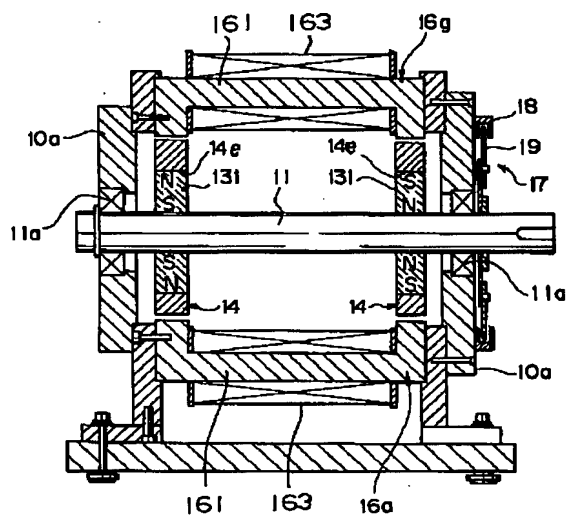
【図18】



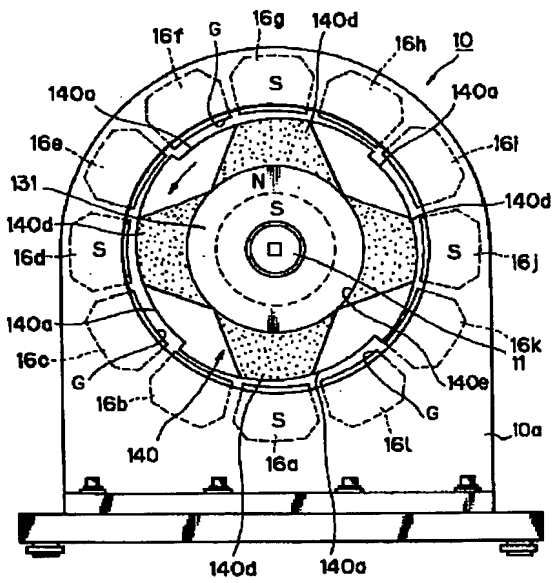
【図13】



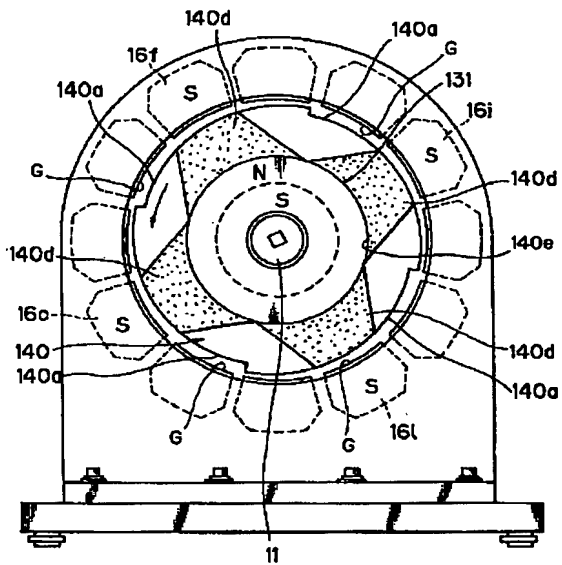
【図14】



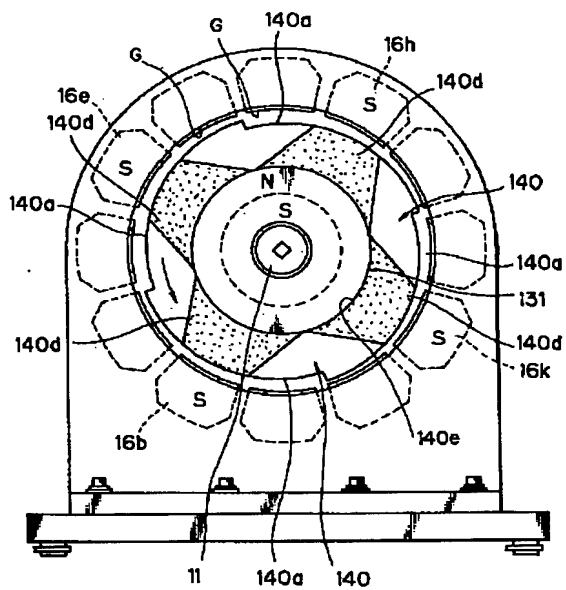
【図15】



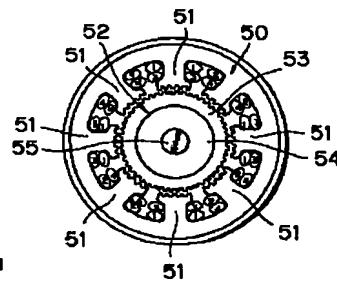
【図16】



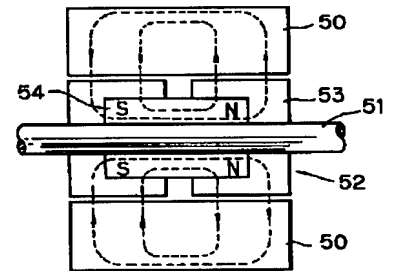
【図17】



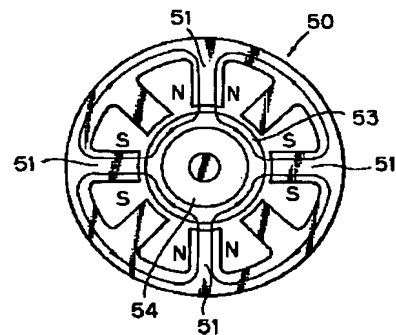
【図19】



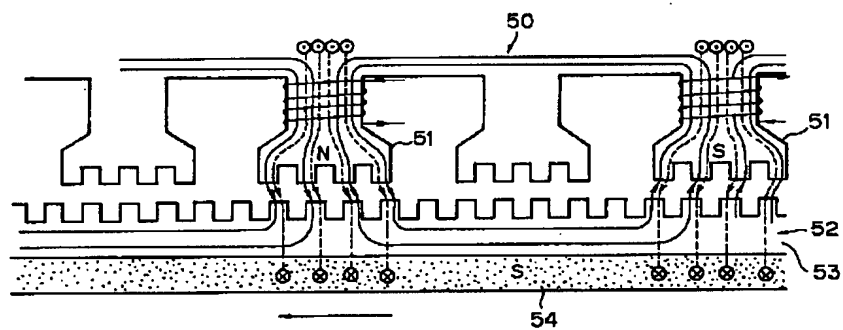
【図20】



【図21】



【図 2 2】



【図 2 3】

